生物多样性保护的一个理论框架 ——生物最小面积概念^{*}

吴兆录 闫海忠

(云南大学生态学与地植物学研究所, 昆明 650091)

摘 要 稳定而复杂多样的自然生境有利于多样性的形成和保存,剧变并趋于简单化的干扰生境常使多样性丧失。现实中的森林破碎化使区域物种丧失。多样性保护要求具备促使物种能长久生存的生境。生物最小面积概念集中讨论物种长久生存与群落(景观)面积的关系,是多样性保护的最基本的理论基础。根据自然保护实践,提出最小景观,扩充了生物最小面积概念。讨论了生物最小面积概念在建立自然保护区的理论框架、了解被保护生物及其生境的自然特点以及建立更全面的自然保护网络等方面的应用。

关键词 多样性保护,生物最小面积,最小景观

A theoretical framework for biodiversity conservation :The concept of biological minimum area/Wu Zhaolu , Yan Haizhong//CHINESE BIODIVERSITY. —1996 4(1) 26 ~ 31

Stable and complex natural environments are favorable to the formation and conservation of biodiversity ,while the changing and simplified disturbed environments usually damage biodiversity. A case study in the central Yunnan Province shows that 36 species or 30% of the 119 plant species will go to extinction when the zonal evergreen broad-leaved forest is replaced by secondary grasslands. It is required that suitable environments for the species to survive permanently be provided. The concept of biological minimum area ,which consists of space minimum ,resistance minimum and regeneration minimum ,and which deals with relationships between the permanent survival of species and the size of plant community or landscape , is the most fundamental theoretical framework for biodiversity conservation. According to the practices of natural conservation a concept of minimum landscape is added to the concept of biological minimum area. The author also discusses the applications of the concept of biological minimum area to the management of nature reserves , the investigation of the natural characteristics of the preserved species and their habitats , and the establishments of a more ecologically sound nature reserves network.

Author 's address Institute of Ecology and Geobotany ,Yunnan University ,Kunming 650091

Key words biodiversity conservation , biological minimum area , minimum landscape

生物多样性研究的一个重要目标是寻求多样性保护途径。例如,建立自然保护区、移地种植园、物种基因库等^[1]。不过,一个最现实的问题是:需要保护的物种,在什么条件下才能长久生存?自然的具体生存条件存在于特定面积的群落或景观中,研究物种的存在条件,首先要研究群落或景观的面积。

收稿日期 :1994 - 10 - 27 ,接受日期 :1995 - 05 - 23
^{*} 云南省教委资助项目。 致谢 :承蒙姜汉侨教授和杨一光教授审阅修改,肖笃宁教授热情鼓励,谨致谢!

1 景观复杂性与破碎化对多样性的影响

生物多样性可以在基因、细胞、个体、种群、群落或生态系统等不同层次上表述。基因突变、遗传重组是生物多样性的根本来源。所产生的基因多样性能否保存,更重要的还取决于环境的选择。环境的复杂程度和稳定程度是生物多样性能否保存的关键。

复杂多样的自然景观有利于生物多样性的形成和保存,这是不证自明的道理。云南有很高的生物多样性,究其成因,除了特殊的自然历史以外,就要数复杂多样的自然景观。绒毛番龙眼(*Pometia tomentosa*)是西双版纳热带季雨林的标志种之一,分布在海拔 600 ~ 1000 m,但仅生长于小流域的沟谷内,在小地形的脊部十分罕见。在西双版纳,象绒毛番龙眼这样的标志种很多,各占据特殊的沟谷生境。结果,多样的沟谷生境造成了西双版纳多样的生物种类。在滇西北,亚高山森林与草甸毗邻存在,构成特有的森林-草甸相间排列的景观格局。这样的景观格局促进了物种的分化,进而提高区域的生物多样性。例如,随着立地条件的不同,马先蒿属的不同种类呈明显的替代分布格局:潮湿草甸生长着长柄马先蒿(*Pedicularis longipetiolata*)、干燥草地生长着管状长花黄马先蒿(*P. longiflora* var. *tubiformis*)、林缘和林内生长着羊肝狼头草(*P. rex*)。

在人类干扰十分强烈的条件下,自然景观逐步破碎化,生物多样性随之丧失。以森林为标志的景观中,森林被砍伐、开垦后,整个景观转变成由农田或荒山占优势的干扰景观。在这样的干扰景观中,气温、湿度、风等小气候以及地表径流都发生了质的剧烈变化,原来生长良好的一些物种很容易消退,而一些适应能力强的物种很快利用有效资源和占据有效空间。结果,改变了景观中的生物多样性特征。云南易门县大龙泉水源林地,群落之间植物种类的变化就是一个很好的例子。易门县城郊附近,自然植被以荒山灌丛草地及云南松疏林为主,大龙泉水源林地呈孤岛状位于县城附近。主要植被有滇青冈常绿阔叶林、云南松林、常绿阔叶萌生灌丛、灌丛草地等。在这些植物群落中,共发现 191 种植物。在常绿阔叶林的 119 种植物(其中乔木 32 种、灌木 38 种、草本 49 种)中,有 45 种植物仅出现于该类型;在云南松林的 93 种(其中乔木 11 种、灌木 34 种、草本 48 种)中,有 15 种植物仅出现于该类型;在灌丛草地的 83 种植物(其中乔木 13 种、灌木 39 种、草本 31 种)中,有 6 种植物仅出现于该类型^[2]。研究证实,易门县城附近的地带性植被均为常绿阔叶林。而以上调查结果表明,在地带性森林植被(常绿阔叶林)被破坏、次生森林被灌丛草地取代的过程中,植物种类变化趋势是:植物总种数减少,乔木种数的丧失尤为突出,仅出现于某种群落中的种类越来越少,而广布的种类却相对较多。虽然有一些外来的草本植物增加了草本层的物种数量,但群落总物种(尤其乔木种类)的大量丧失却是无法补偿的。按照这样的趋势,景观破碎化的必然后果是群落结构多样性的简单化和物种多样性的丧失。

2 生物多样性保护需要恰当的理论框架

那么,多大面积的自然保护区或移地种植园才能使这些残存的植被及其所包容的物种长久生存?面积大,利于多样性的保护,但经济发展不容许大保护区的存在。确定保护区的最恰当的面积,成了实践上迫切需要解决的现实问题。

邬建国认为,确定自然保护区的面积,可分三个步骤来完成:①确定目标种或关键种;②确定这些种的最小存活种群;③根据种群密度和最小存活种群确定最小面积^[3]。对于最小存活种群,他引用 Shaffer 的定义:“即在遗传特性、环境因素和种群自身的随机变化存在的情

况下,能够以 99% 的概率存活 1000 年的最小种群^[3]。

Usher 对用最小存活种群确定最小保护面积提出了疑问^[4]。认为用最小存活种群确定自然保护区面积“意味着越来越多的物种会集中在自然保护区内成为小种群,……,管理上需要将一个种群中的个体易位到另一个种群,使之减少近交,但遗传多样性的逐渐损失,最终将影响任何物种生存”。在外界干扰下,小种群遭受绝灭的风险要比大种群大得多,小种群要有新基因的形成或同种个体的迁入才能维持和发展。如果珍稀濒危生物以小种群的形式保存在自然保护区内,其遗传多样性将逐渐丧失。而且,人们对被保护生物的生态要求了解不足,最小存活种群概念的应用是很危险的。

陈灵芝最近强调,发展移地种植园、建立自然保护区是生物多样性保护的主要形式。“但终究是面积有限,因此保护区以外的就地保护则具有重要价值。为了挽救关键物种和种群,尚需建立特殊保护区或在某些景观单元中为特定物种创造合适生境^[5]”。

以上讨论似乎表明,保护生物多样性需要恰当的理论框架,但目前还没有一种成熟的理论框架。这里试图从生物最小面积概念入手,提出一种理论框架。

3 生物最小面积概念

设置样地收集材料是植物群落研究最基本的方法,为了较全面地统计群落中的植物种类,实际工作中使用了最小面积。根据 Barkman 的文章^[6],Du Rietz 定义说“最小面积是全部常见种出现的面积”,Ramenski 提出“表征最小面积”,即“表征全部数量特征和种间关系的表面积”;Wethoff 认为“如果正常种聚群发育良好,植物群落占据的空间”为“最小空间”;Meijer Drees 提出两个新概念:①植物群落保护自己并阻止外来种类侵入所必需的最小面积,②植物群落全部种类正常繁殖所必需的最小面积(又称为最小动态面积)。

Barkman 作了深入研究后,区分出方法最小面积和生物最小面积^[6]。方法最小面积就是群落调查中使用的最小面积,而生物最小面积是植物群落中全部种类正常生长和繁殖所必需的群落面积,强调了植物群落功能。他进一步把生物最小面积划分为三个层次:

3.1 空间最小面积 指植物群落每一种类至少出现一个个体(株或丛)的最小空间,实质上相当于方法最小面积。

3.2 抗性最小面积 指植物群落可以正常发育又能阻止外来种类侵入和抵抗外来干扰的最小面积。在野外条件下,几乎每个具体植物群落都是由中心区和边缘缓冲带构成的。中心区的种类表征该群落的种类组成,边缘缓冲带的种类具有过渡性质,由该群落的部分种类和外来种类组成。例如,森林的边缘地段,生长着一些喜阳耐旱性植物和来自相邻群落(草地、灌丛、农田)的阳性草本及灌木植物,不见只适应林内阴湿静风条件的种类。野外植物群落总是受到很多外来种类侵入和外来干扰的,边缘缓冲带的形成能阻止外来的侵入和干扰,维持群落环境,促使中心区植物种类的正常发育。群落面积小或缓冲带抗性小,该群落的内部环境就易遭破坏而失去其特有的环境特点,成为“不典型”群落,物种组成也发生大的变化。

3.3 繁殖最小面积 指植物群落全部基本种类可以正常繁殖的最小面积。种群能否正常繁殖取决于:①种群的遗传特性;②种群个体数量;③环境条件;④种群对环境变化的应变能力。对遗传活力高的种群,生境成为制约种群能否正常繁殖的首要因素。

大量研究表明,在一个种群内,只有少数个体能正常繁殖;同一物种,大种群的绝对能育个体数比小种群的绝对能育个体数多。在外界干扰下,小种群遭受绝灭的可能性要比大种群大得多,小种群要有新基因的形成或同种个体的迁入才能维持和发展。自然界中,新基因的形成

和保存要经过漫长的适应与进化过程,种群间个体迁移又受到生物和非生物因素的选择,只有大种群才利于维持和发展。群落中各种群的大小不同、生态位又不能完全重叠,因而需要很大的群落面积才能保证全部基本种类都能正常繁殖。

其实,就生物群落的作用来说,还需引入效应概念。生物群落的作用有三个:①自我维持;②提供资源物质;③维持周围环境稳定。生物最小面积是以群落的第一个作用为前提来讨论的,并不关心群落的第二和第三个作用。如果人们需要从群落中获得物质资源或希望利用群落来维持周围环境稳定性,就需要考虑群落对周围环境的影响。多大面积的群落能够对周围环境产生足够大的影响呢?这就需要研究生物群落的效应。

任何群落都不能孤立存在,而是与周围的群落形成有机的镶嵌。用景观生态学的话来说,就是群落作为嵌块体存在于景观之中。景观中群落之间的相互作用,构成了促使群落长久存在的景观内环境,正象群落中物种之间的相互作用,构成了促使物种长久存在的群落内环境那样。正是以这种事实为依据,在自然保护实践中,人们并不单纯保护某种特殊的保护对象,而是保护包含保护对象在内的整个景观。例如,位于滇西北横断山区的国家级白马雪山自然保护区,其显著特点是以滇金丝猴(*Rhinopithecus bieti*)为重点保护对象。滇金丝猴是栖息海拔最高的猴类,食性广泛,要求多种的特殊生境。为了更受当地保护好滇金丝猴,高山植物资源和山地植被垂直带景观也被纳入主要保护对象^[7]。

那么,什么样的景观才能促使群落长久存在呢?沿着空间最小面积、抗性最小面积、繁殖最小面积的思路,可以使用最小景观概念。

从景观研究的几种派别中,可以悟出最小景观的含义。在北美景观生态学体系中,把景观定义为由一组以类似方式重复出现的、相互作用的生态系统景观要素所组成的陆地区域。景观要素面积越大物种数量越多,要使景观中物种最多,至少需要3个或9个以上大的景观要素^[8]。在近期的文献中^[9],Zonneveld认为,景观生态研究中重要的一个理论问题,是确定最小尺度或最小土地单元,即Troll的生境(ecotope)。生境由地形、土壤或植被组成,只要其中之一(常是植被)是均质性的,就可界定生境。生境的大小随着区域地形差异而发生巨大变化。由生境或生境复合体构成景观;Haber认为,象生态系统有物种多样性一样,景观有生境(类型)多样性,广布、常见、稀有物种有相应的广布、常见、稀有生境。具有特定基本性质的生境构成景观,又可进一步构成区域自然单元。索恰瓦^[10]视景观生态学为地理系统学说,并构造了一套严密的地理系统分类单位,其最低级的单位是生物地理群落。生物地理群落的最小分布区,是使其能保持完整性的全部组成成分和实现基本物质循环的空间。作为物质能量交换系统,生物地理群落只有通过同属于其它相的相邻生物地理群落相互作用才能起作用。

显然,任何景观研究都有特定的目标和预想的研究空间,多大的地理空间及其各成分的组合,能使要保存的对象——物种、自然遗迹、文化遗产——长久稳定存在,或使要控制的生态过程达到理想的状态,这样的空间及其各成分的组合就是需要的最小景观。一般说,最小景观应有相同的大气候、大地貌和必要的生物群落(景观要素),功能上促使相互作用的稳定群落长久存在。最小景观的具体面积是不应该硬性规定的,因为不同的对象需要不同尺度的地域空间。

所以,在基因、个体、种群、群落和景观等层次间,前者总是包含在后者之中。要保持足够的个体需要最小的种群,要保持足够的种群需要最小的群落,要保持足够的群落需要最小的景观。这些最小构成了保护生物多样性的理论框架。

4 生物最小面积概念的应用领域

4.1 建立自然保护区的理论基础。一般认为岛屿生物地理学理论是最基本的理论基础^[3]。但是,该理论只讨论面积与物种数量的关系,并不关心物种的生长繁殖,而且陆地景观—景观系统与岛屿—海洋系统差别很大。在应用过程中只能借鉴其基本思想,而不能照搬计算公式^[2]。

在自然保护实践中,保护区往往被分为核心区、缓冲区和生产实践区,进而对这三个部分作不同方式及程度的管理。按照定义,核心区是“保存完好的天然状态的生态系统及珍稀濒危动植物的集中分布地”^[1]。由于大多数自然保护区是在保护对象成为珍稀濒危动植物或遭到严重威胁时才建立起来的,这种集中分布地是否能保证它们长久生长繁殖是个问题。在确定核心区面积时,却总是缺乏理论指导。

应用生物最小面积概念,自然保护区这三个部分的划分就有了坚实的理论基础。即核心区必须大于保护对象的繁殖最小面积或最小景观,缓冲区是维护繁殖最小面积或最小景观的一个外加部分,而缓冲区的宽度(面积)则要根据自然保护区所在区域外界干扰的类型及强度来确定。保护区的最小面积应不小于最小景观面积。

4.2 了解保护对象的自然特性,进行编目。自然保护区的内部分区,与生物最小面积概念在一定程度上是吻合的,但按照繁殖最小面积概念或最小景观所建立的自然保护区是十分罕见的。在已经建立的自然保护区内,保护对象能否长久生存往往是未知的,至少国内的情况是如此。对于被保护的生物,仅详细研究其遗传结构、调查其有无和个体数量是相当不够的,还要了解它们在野外的生长、繁殖状况。如果保护对象是某种自然景观,就要对表征自然景观的日照、温度、风、湿度、地势地貌、土壤及其养分、水分等要素进行详细研究,然后,进行生物及生境编目,进而建立地理信息系统,开展科学管理。所有这些工作都应在生物最小面积概念的引导下,详细分析确定出被保护生物的繁殖最小面积或被保护景观的最小景观,从而使保护对象在野外的生长、繁殖状况及存在方式一目了然。在此基础上开展的所有保护措施才能有的放矢、事半功倍。

4.3 建立更全面的自然保护网络。建立自然保护区,首先以生物地理学原理为指导,根据植被分区图进行区域划分,然后以主要生物群落为标志,选择确定出具有代表性和特殊保护价值的地域设立自然保护区^[1]。可是对于缺乏生物地理学资料的地区,或景观异质性高、生物多样性极为复杂的地区,少量的自然保护区是很难代表其自然特点的。以云南为例,已经建立了国家级和省级自然保护区 35 个,总面积 14 220 km²,占云南土地总面积的 3.7%。这些保护区具有一定的典型性,分布于云南的广大地区。但是,云南的生物多样性十分复杂,未列入保护范畴的生物类群和自然景观还很多。随着经济建设的发展,保护区常常受到威胁和破坏,保护区以外的生物类群和自然景观更岌岌可危。

其实,在与自然和谐相处的实践中,人们已经有意无意地发展了保护生物多样性的一种有效方式,即通过宗教和民俗,建立以寺庙、陵园、墓地、龙山、神山、风水林等为核心的自然保护地。据研究,西双版纳傣族和布朗族村寨附近的龙山林,是一类有效的自然保护地,虽然带有宗教色彩,但与当地原始森林相比较,其物种多样性同样十分丰富。

按照生物最小面积概念,可以建立一种更全面的自然保护网络,促使那些未列入保护范畴的生物类群和自然景观得到应有的保护。民间曾有利用森林保护村寨、水源、墓地、耕地的优良传统,近期的经济发展使这些特殊的自然保护地受到不同程度的损害,但其基本的生物种类

尚存在。通过研究,确定出关键物种的生物最小面积,在政府的扶持下,利用乡规民俗,建立村寨自己的保护地。如此推广,可以形成以保护生活及生产环境为目的的乡村级、区县级自然保护网络。这种网络与以保护物种、自然景观、自然遗迹和人文遗迹为目标的省级、国家级自然保护区结合,就可形成以区域保护为核心的自然保护网络,使区域环境和丰富多彩的生物多样性得到全面、妥善的保护。

参 考 文 献

- 1 《中国自然保护纲要》编写委员会. 中国自然保护纲要. 北京:中国环境科学出版社,1987,120~130
- 2 吴兆录. 岛屿生物地理学理论及其在景观生态学研究中的应用. 肖笃宁主编《景观生态学—理论、方法与应用》. 北京:中国林业出版社,1991,78~80
- 3 邬建国. 自然保护区学说与麦克阿瑟-威尔逊理论. 生态学报,1990,10(2):187~191
- 4 Usher M B. 英国自然保护研究工作. 生态学报,1990,10(1):61~70
- 5 陈灵芝. 生物多样性保护现状及其研究. 植物杂志,1993,5:7~9
- 6 Barkman. A critical evaluation of minimum area concepts. *Vegetation*. 1989,85:89~104
- 7 刘德隅等. 云南自然保护区. 北京:中国林业出版社,1989,238~248
- 8 Forman R et al. 景观生态学(肖笃宁等译). 北京:科学出版社,1990,64~65
- 9 Zonneveld, S Isaak, T Forman. Changing landscapes: An ecological perspective. New York:Spring-Verlag, 1990,1~20,217~222
- 10 索恰瓦. 地理系统学说导论(李世玢译). 北京:商务印书馆,1991,46~47